

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-163204
 (43)Date of publication of application : 06.06.2003

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065
 B01J 19/08
 C23C 16/507
 H05H 1/46

(21)Application number : 2001-361897

(71)Applicant : HITACHI LTD
 HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORP

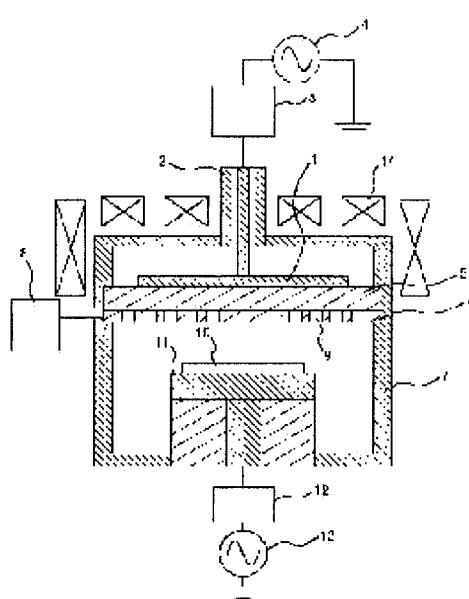
(22)Date of filing : 28.11.2001

(72)Inventor :
 TAMURA HITOSHI
 MIYA TAKESHI
 FUJIMOTO KOTARO
 MAKINO AKITAKA

(54) PLASMA TREATING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize stable operation of a device by preventing discharge of the inside of a gas supply hole of a shower plate for supplying gas to a plasma treating chamber in the form of a shower. SOLUTION: The gas supply hole of the shower plate is arranged in a weak electric field area being a prescribed electric field intensity or lower in accordance with an electromagnetic field distribution in a shower plate face of an electromagnetic field introduced into the plasma treating chamber.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-163204

(P2003-163204A)

(43)公開日 平成15年6月6日(2003.6.6)

(51)Int.Cl.⁷

H 01 L 21/3065
B 01 J 19/08
C 23 C 16/507
H 05 H 1/46

識別記号

F I

B 01 J 19/08
C 23 C 16/507
H 05 H 1/46
H 01 L 21/302

テマコト*(参考)

H 4 G 0 7 5
4 K 0 3 0
B 5 F 0 0 4
B

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 7 頁)

(21)出願番号

特願2001-361897(P2001-361897)

(22)出願日

平成13年11月28日(2001.11.28)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71)出願人 501387839

株式会社日立ハイテクノロジーズ
東京都港区西新橋一丁目24番14号

(72)発明者 田村 仁

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会
社日立製作所笠戸事業所内

(74)代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

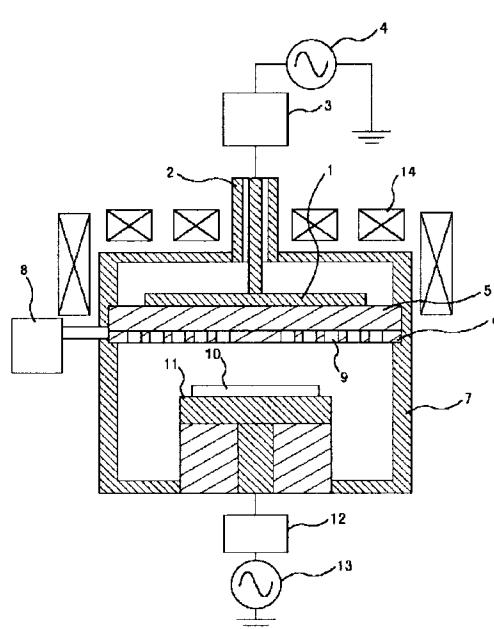
(54)【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57)【要約】

【課題】 プラズマ処理室へシャワー状にガスを供給する
シャワーブレートのガス供給孔内での放電を防止し、装
置の安定稼動を実現する。

【解決手段】 プラズマ処理室内に導入される電磁界のシ
ャワーブレート面内における電磁界分布に従い、所定の
電界強度以下となる電界の弱い領域にシャワーブレート
のガス供給孔を配置する。

図 1



1
【特許請求の範囲】

【請求項1】内部が減圧排気される処理室と、前記処理室内に設けられ被処理基板が配置される基板電極と、前記処理室内で前記基板電極に対向して設けられ面内に複数のガス供給孔を有するガス供給板とを有し、前記処理室内に電磁波を導入してプラズマを生成し、前記プラズマを用いて前記被処理基板を処理するプラズマ処理装置において、前記処理室内に導入される電磁波の前記ガス供給板面内の電界強度分布に従い、前記電界強度が所定の電界強度以上である領域の前記ガス供給板面内に前記ガス供給孔の未形成領域を設けたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】内部が減圧排気される処理室と、前記処理室内に設けられ被処理基板が配置される基板電極と、前記処理室内で前記基板電極に対向して設けられ面内に複数のガス供給孔を有するガス供給板と、前記ガス供給板に対向して配置される電磁波放射手段とを有し、前記電磁波放射手段により前記処理室内に電磁波を導入してプラズマを生成し、前記プラズマを用いて前記被処理基板を処理するプラズマ処理装置において、

前記処理室内に導入される電磁波の前記ガス供給板面内の電界強度分布に従い、前記電界強度が所定の電界強度以下となる領域に前記ガス供給板の前記ガス供給孔を配置したことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項3】請求項1および2記載のプラズマ処理装置において、前記所定の電界強度が最大値の1/2であることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項4】請求項1および請求項2記載のプラズマ処理装置において、前記所定の電界強度が50kV/mであることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項5】内部が減圧排気される処理室と、前記処理室内に設けられ被処理基板が配置される基板電極と、前記処理室内で前記基板電極に対向して設けられ面内に複数のガス供給孔を有するガス供給板と、前記ガス供給板に対向して配置される電磁波放射手段とを有し、前記電磁波放射手段により前記処理室内に電磁波を導入してプラズマを生成し、前記プラズマを用いて前記被処理基板を処理するプラズマ処理装置において、

前記処理室内に導入される電磁波の前記ガス供給板面内の電界強度分布が複数の極大値を有し、第1の極大値よりも電界絶対値が小さい第2の極大値の値以下の領域に前記ガス供給板の前記ガス供給孔を配置したことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項6】内部が減圧排気される処理室と、前記処理室内に設けられ被処理基板が配置される基板電極と、前記処理室内で前記基板電極に対向して設けられ面内に複数のガス供給孔を有するガス供給板と、前記ガス供給板に対向して配置される電磁波放射手段とを有し、前記電磁波放射手段により前記処理室内に電磁波を導入すると

ともに前記処理室内に磁場を形成し相互の作用によるプラズマを生成して、前記プラズマを用いて前記被処理基板を処理するプラズマ処理装置において、前記処理室内径の30%以下の前記ガス供給板中央部の領域に前記ガス供給孔の未形成領域を設けたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項7】内部が減圧排気される処理室と、前記処理室内に設けられ被処理基板が配置される基板電極と、前記処理室内で前記基板電極に対向して設けられ面内に複数のガス供給孔を有する誘電体のガス供給板と、前記ガス供給板に対向し前記処理室を形成する誘電体窓を介して配置される平板状アンテナとを有し、前記平板状アンテナにより前記処理室内に電磁波を導入してプラズマを生成し、前記プラズマを用いて前記被処理基板を処理するプラズマ処理装置において、

前記処理室内に導入される電磁波の前記ガス供給板内の電界強度分布に従い、前記電界強度が所定の電界強度以下となる領域に前記ガス供給板の前記ガス供給孔を配置したことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項8】内部が減圧排気される処理室と、前記処理室内に設けられ被処理基板が配置される基板電極と、前記処理室内に設けられ前記基板電極に対向して設けられた平板状アンテナと、前記平板状アンテナの前記基板電極側面に取り付けられ面内に複数のガス供給孔を有する導電性のガス供給板とを有し、前記平板状アンテナにより前記処理室内に電磁波を導入してプラズマを生成し、前記プラズマを用いて前記被処理基板を処理するプラズマ処理装置において、

前記処理室内に導入される電磁波の前記ガス供給板面内の電界強度分布に従い、前記電界強度が所定の電界強度以下となる領域に前記ガス供給板の前記ガス供給孔を配置したことを特徴とするプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はプラズマ処理装置に係り、特に直徑300mm以上の被処理基板を処理するのによ適なプラズマ処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来のプラズマ処理装置としては、例えば、特開平11-260594号公報に記載のようにマイクロ波、UHFあるいはVHFの電磁波を同軸線路を利用して処理室に伝送しプラズマを生成するプラズマ処理装置において、処理室の上部を石英窓で仕切り、石英窓の反処理室側に同軸線路の内部導体の端につながる円板状アンテナを設け、円板状アンテナの外径を処理室内径よりも小さくし、円板状アンテナの外周部より石英窓を介して電磁波を処理室内に導入可能とし、さらに円板状アンテナにスロットアンテナを設け、円板状アンテナ内部からも処理室内に電磁波を導入して、プラズマ分布を制御し均一なプラズマ処理を行うようにしたプラズマ

3
処理装置が知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術は、処理ガスの導入位置について配慮されておらず、処理室を形成する石英窓部にガス供給板であるシャワープレートを設け処理室内にシャワー状にガスを供給するようにした場合、長期間のプラズマ処理の繰り返しによりシャワープレートが劣化し、シャワープレートに設けたガス供給孔内で放電が発生する恐れがある。シャワープレートのガス供給孔内で放電が生じると、プラズマの特性が変化しプラズマ処理特性が劣化してしまうという問題がある。

【0004】本発明の目的は、ガス供給板のガス供給孔内の放電を防止し、安定なプラズマ処理が行えるプラズマ処理装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的は、内部が減圧排気される処理室と、処理室内に設けられ被処理基板が配置される基板電極と、処理室内で基板電極に対向して設けられ面内に複数のガス供給孔を有するガス供給板とを有し、処理室内に電磁波を導入してプラズマを生成し、該プラズマを用いて被処理基板を処理するプラズマ処理装置において、処理室内に導入される電磁波のガス供給板面内の電界強度分布に従い、電界強度が所定の電界強度以上である領域のガス供給板面内にガス供給孔の未形成領域を設けることにより、達成される。

【0006】また、上記目的は、内部が減圧排気される処理室と、処理室内に設けられ被処理基板が配置される基板電極と、処理室内で基板電極に対向して設けられ面内に複数のガス供給孔を有するガス供給板と、ガス供給板に対向して配置される電磁波放射手段とを有し、電磁波放射手段により処理室内に電磁波を導入してプラズマを生成し、該プラズマを用いて被処理基板を処理するプラズマ処理装置において、処理室内に導入される電磁波のガス供給板面内の電界強度分布に従い、電界強度が所定の電界強度以下となる領域にガス供給板のガス供給孔を配置することにより、達成される。

【0007】さらに、所定の電界強度が最大値の1/2である。

【0008】また、所定の電界強度が50kV/mである。

【0009】また、上記目的は、内部が減圧排気される処理室と、処理室内に設けられ被処理基板が配置される基板電極と、処理室内で基板電極に対向して設けられ面内に複数のガス供給孔を有するガス供給板と、ガス供給板に対向して配置される電磁波放射手段とを有し、電磁波放射手段により処理室内に電磁波を導入してプラズマを生成し、該プラズマを用いて被処理基板を処理するプラズマ処理装置において、処理室内に導入される電磁波の前記ガス供給板面内の電界強度分布が複数の極大値を

有し、第1の極大値よりも電界絶対値が小さい第2の極大値の値以下の領域にガス供給板のガス供給孔を配置することにより、達成される。

【0010】また、上記目的は、内部が減圧排気される処理室と、処理室内に設けられ被処理基板が配置される基板電極と、処理室内で基板電極に対向して設けられ面内に複数のガス供給孔を有するガス供給板と、ガス供給板に対向して配置される電磁波放射手段とを有し、電磁波放射手段により処理室内に電磁波を導入するとともに

10 処理室内に磁場を形成し相互の作用によるプラズマを生成して、該プラズマを用いて被処理基板を処理するプラズマ処理装置において、処理室内径の30%以下のガス供給板中央部の領域にガス供給孔の未形成領域を設けることにより、達成される。

【0011】また、上記目的は、内部が減圧排気される処理室と、処理室内に設けられ被処理基板が配置される基板電極と、処理室内で基板電極に対向して設けられ面内に複数のガス供給孔を有する誘電体のガス供給板と、ガス供給板に対向し処理室を形成する誘電体窓を介して

20 配置される平板状アンテナとを有し、平板状アンテナにより処理室内に電磁波を導入してプラズマを生成し、該プラズマを用いて被処理基板を処理するプラズマ処理装置において、処理室内に導入される電磁波のガス供給板内の電界強度分布に従い、電界強度が所定の電界強度以下となる領域にガス供給板のガス供給孔を配置することにより、達成される。

【0012】また、上記目的は、内部が減圧排気される処理室と、処理室内に設けられ被処理基板が配置される基板電極と、処理室内に設けられ基板電極に対向して設けられた平板状アンテナと、平板状アンテナの基板電極側面に取り付けられ面内に複数のガス供給孔を有する導電性のガス供給板とを有し、平板状アンテナにより処理室内に電磁波を導入してプラズマを生成し、該プラズマを用いて被処理基板を処理するプラズマ処理装置において、処理室内に導入される電磁波のガス供給板面内の電界強度分布に従い、電界強度が所定の電界強度以下となる領域にガス供給板のガス供給孔を配置することにより、達成される。

【0013】

30 【発明の実施の形態】処理室内で試料台である基板電極に対向して設けられ電磁波放射手段である電磁波供給用のアンテナの下方に位置するガス供給板であるシャワープレートが誘電体製の場合、シャワープレート内部においてプラズマ発生用として処理室内に供給する電磁波が周囲の境界条件、投入電磁波の電力等によって定まるあるパターンに分布する。また、電磁波供給用のアンテナの下方に位置するガス供給板であるシャワープレートが導電性材料で形成されアンテナ下面に取り付けられている場合は、シャワープレートと処理室内に発生させるプラズマの界面に形成されるシース領域に投入電磁波の電

40

50

磁界が分布する。

【0014】一方、処理室の圧力やガス種、シャワープレートのガス供給孔形状等によってガス供給孔内に生じる放電の電界強度の閾値が決まると考えられている。その閾値を超えた電界強度となる領域がシャワープレート内またはシャワープレートに接したシース領域に存在し、その領域にガス供給孔があると、そのガス供給孔内で放電が起きることになる。そこでシャワープレート内の電界分布に応じて、電界の強い領域を避けてガス供給孔を配置することで、シャワープレートのガス供給孔での放電を防止することができる。

【0015】以下、本発明のプラズマ処理装置の一実施例を図1から図5を用いて説明する。図1は本発明のプラズマ処理装置の一実施例であるエッチャング装置を示す。処理室7の上部には誘電体窓5が気密に取り付けられ、真空排気装置(図示省略)によって内部を減圧可能になっている。誘電体窓5の上面には電磁波放射手段である円板状の平板状アンテナ1が設けてあり、同軸線路2および整合器3を介して、この場合、周波数450MHzの高周波電源4に接続されている。誘電体窓5の下面、言い換えると、誘電体窓5と処理室7の間にガス供給板であるシャワープレート6が設けられ、ガス供給装置8によって処理ガスが供給され、処理室内へ導入可能になっている。シャワープレート6は誘電体でできており、図2に示すように中央部を除き面内にガス供給孔9を有する。ガス供給孔9は直径0.5mmの穴を複数個設けたものである。処理室7の下部には誘電体窓5に対向して被処理基板10を載置可能な基板電極11が取り付けられ、基板電極11には整合器12を介してバイアス電源13が接続されている。処理室7の周囲には電磁石14が設けられ、処理室7内部に静磁界を形成可能になっている。

【0016】なお、この場合、被処理基板として12インチウエハに対応可能なように、処理室7は内径約500mmの円柱状となっている。誘電体窓5およびシャワープレート6の材質として石英を用いているが、プラズマ処理に悪影響を与える、電磁波に対する損失が大きくなれば他の材質、例えば、アルミナセラミックなどを用いても良い。また、シャワープレート6と誘電体窓5は必ずしも同じ材質とする必要もない。例えば、一方を石英、他方をアルミナセラミックとしても良い。ガス供給孔9の直径は0.5mmとしたが、ガス供給孔内の放電を防止する立場からはより小さいほうが望ましい。

【0017】上述のように構成した装置において、ガス供給装置8によって処理ガスがシャワープレート6と誘電体窓5の間に設けたガス流路からガス供給孔9にもたらされ、処理室7に供給される。一方、平板状アンテナ1直下に設けた誘電体窓5を介して高周波電源4からの電磁波を処理室7に放射するとともに、電磁石14によって磁場を形成し、電界と磁界との作用を利用して処理

室7内にプラズマを発生させる。また、静磁界によりプラズマの拡散を制御し、プラズマ分布の調整が可能となる。さらにプラズマ中の電子のサイクロトロン運動の周波数と、投入する電磁波の周波数(450MHz)を一致させる静磁界(0.016テスラ)を発生させることで、電磁波のエネルギーが効率よく電子に供給されるECR(Electron Cyclotron Resonance電子サイクロトロン共鳴)現象を起こすことができる。これによりプラズマの発生を安定に行うことができ、プラズマ密度の向上も可能となる。バイアス電源13からは整合器12を介してバイアス電力を被処理基板10に供給できる。バイアス電力の印加により被処理基板にプラズマ中のイオンを引き込みエッチャング処理の効率化、エッチャング形状の制御等を行うことができる。

【0018】本発明者等はシャワープレートの中心部にガス供給孔が無い領域の半径を変えて、ガス供給孔での放電が起きるかどうかについてシミュレーションを行った。以下に説明する。

【0019】図3にシャワープレート6内のプラズマ発生用に供給した450MHzの電磁波の電界強度分布を示す。なお、このときの条件は、電力:1200W、プラズマ密度: $9 \times 10^{16} / m^3$ とし、シャワープレート6の半径を処理室内径と同じ約500mmとし、誘電体窓5およびシャワープレート6の材質をそれぞれ石英とした場合について、処理室内に均一なプラズマが存在する場合のシミュレーション結果である。シミュレーションはマックスウェルの方程式を有限要素法により解くことで行ったものである。

【0020】本実施例では、同軸線路によって中心から電磁波を供給しており、電磁界分布は軸対称で方位角方向に均一であって、中心からの距離により電界強度分布が決まる。中心で最大値となり、中心から遠ざかるに従い電界強度は波打ちながら全体として低下する傾向にある。石英を誘電体窓とすると中心に第1の極大値である第1のピーク、半径約160mmの位置に第2の極大値である第2のピーク(以下第2ピークと呼ぶ。)が存在する。シャワープレート6および誘電体窓5として比誘電率の高い材質を使用すると材質内の波長が短くなるため、シャワープレート6内のピークの数が増加する。例えば、誘電体窓5としてアルミナセラミック(比誘電率9.8)を用いると、シャワープレート6が石英(比誘電率3.8)またはアルミナセラミックいずれの場合でもシャワープレート6内の電界ピークは3つに増加する。

【0021】電界強度の高い場所にガス供給孔9を配置すると、ガス供給孔9内で放電する可能性が高くなる。図4にガス供給孔9が存在しない領域をシャワープレート6の中央付近に円形に設け、その外側に均一にガス供給孔9の存在する領域を設けた場合であって、ガス供給孔9のない領域の半径とガス供給孔9の存在する領域で

7
の最大電界の関係を示す。これによると、ガス供給孔9の無い領域を中心部から円周方向に拡大していくと、ガス供給孔9の存在する領域での最大値が徐々に下がっていく。しかしながら、半径約90mm程度までガス供給孔9の無い領域を拡大するとそれ以降は、半径160mm付近の第2ピークが電界の最大値となるため、ガス供給孔9の存在しない領域を拡大しても電界の最大値は下がらない。さらに、ガス供給孔9の無い領域を拡大し半径が約160mmを超えるようになると第2ピークの極大値を含まなくなるため、再び電界強度が下がり始める。一方、処理室内のガス流れを制御する立場からは、ガス供給孔9をシャワープレート6内に自由に配置できることが望ましい。従って、ガス供給孔9の存在する領域の電界強度を下げたい場合、中心から半径約90mm以下の領域にガス供給孔の無い領域を設定することが望ましい。

【0022】以上の結果より、本実施例の場合、半径約75mmの領域にガス供給孔の無い領域を設定することで、UHF電力が1200Wまでのプロセス条件でガス供給孔9内の放電を防止することができる。図5に種々のプラズマ密度における、シャワープレート6の中心から半径75mm位置での電界強度のUHF投入電力依存性をシミュレーションした結果を示す。なお、本装置におけるシャワープレート6直下のプラズマ密度は $9 \times 10^{16} / m^3$ 程度であることが測定されている。したがって、図5から本発明者等はガス供給孔9で放電を起こす電界強度の閾値は50kV/m程度と推測する。ここで、ガス供給孔の無い領域の大きさはシャワープレート内電界分布に大きく依存し、処理室7またはシャワープレート6の直徑によっても規定される。処理室7またはシャワープレート6の径が縮小または拡大した場合、ガス供給孔の無い領域の直徑は処理室7またはシャワープレート6の直徑との比率で決めれば良い。本実施例の場合、処理室7またはシャワープレート6の直徑500mmに対し、ガス供給孔の無い領域は直徑150mm(半径75mm)となり、比率は30%となる。また、ガス供給孔の無い領域の直徑150mm位置でのUHF電界は図3よりも最大値をとる中心位置のおよそ半分の電界強度となっている。

【0023】以上、本実施例によれば、シャワープレートのガス供給孔内での放電を防止でき、安定なプラズマ処理が行えるという効果がある。

【0024】なお、本実施例によれば、シャワープレート6内の電界分布が軸対称な場合を例に説明したが、他の分布に関しても同様に以下のように考えてガス供給孔を設けない領域を求めることができる。

(1) 誘電体製シャワープレートの場合、シャワープレート内の電界分布を求める。これは、電界測定部分に感熱紙を設ける方法や、処理室内にプローブを設けた測定用の装置を用いることにより実施できる。

(2) ガス供給孔内で放電を起こさない電界強度を定める。

(3) 上記(1)のデータから電界強度の等高線図を求め、上記(2)で定めた電界強度以上の電界となる領域にガス供給孔を設けない。

【0025】また、シャワープレートが導電性材料でなり、図6に示すように平板状アンテナに直接取り付けられているような装置の場合には、上記(1)のステップとしてシャワープレートとプラズマ界面とのシース領域10内の電界分布を求める。なお、図6に示す装置において、図1に示す装置と同符号は同一部材を示し説明を省略し、異なる点を述べる。平板状アンテナ1a内には処理ガスの供給路が形成され、平板状アンテナ1aの下部にシャワープレート6aが取り付けられ、シャワープレート6aもアンテナとして作用する。

【0026】また、本実施例では、周波数450MHzのUHF帯の電磁波によりプラズマを発生させるエッティング装置を例に説明したが、シャワープレート部の電界強度分布において局部的に強い電界強度が発生する構造のものでは、本実施例に限らず周波数の異なるものやプラズマCVD装置、スパッタ装置等の他のプラズマ処理装置にも同様に適用できる。

【0027】

【発明の効果】処理室内にシャワー状のガスを供給するためのガス供給板を有するプラズマ処理装置において、ガス供給板に設ける複数のガス供給孔内での放電の発生を防ぐことができ、安定したプラズマ処理を実施することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

30 【図1】本発明のプラズマ処理装置の一実施例を示す縦断面図である。

【図2】図1の装置のシャワープレート詳細を示す平面図である。

【図3】シャワープレート内の電界強度分布を示す図である。

【図4】シャワープレートのガス供給孔の存在しない領域の半径とガス供給孔領域の最大電界強度との関係を示す図である。

【図5】UHF投入電力と電界強度との関係を示す図である。

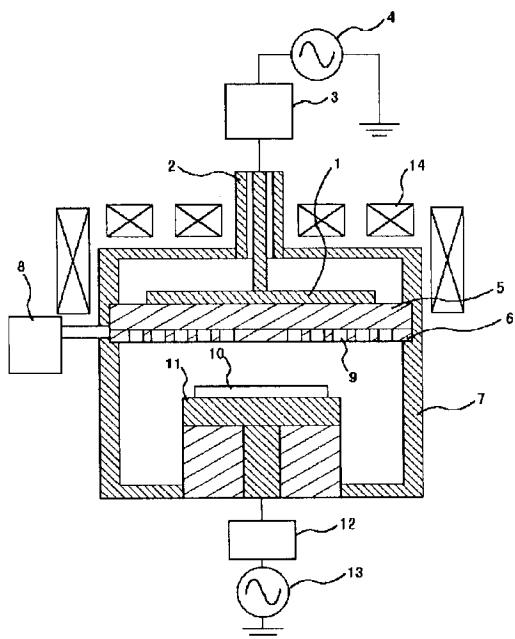
40 【図6】本発明のプラズマ処理装置の他の実施例を示す縦断面図である。

【符号の説明】

1, 1a…平板状アンテナ、2…同軸線路、3…整合器、4…高周波電源、5, 5a…誘電体窓、6, 6a…シャワープレート、7…処理室、8…処理ガス供給装置、9…ガス供給孔、10…被処理基板、11…基板電極、12…整合器、13…バイアス電源。

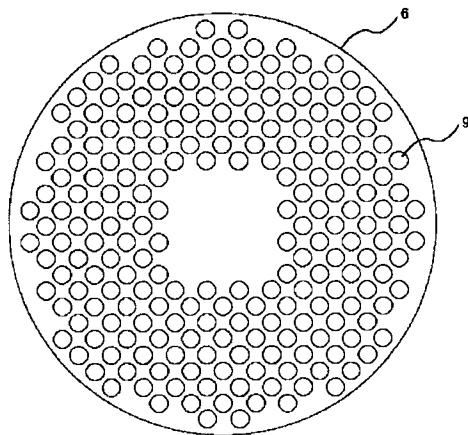
【図1】

1



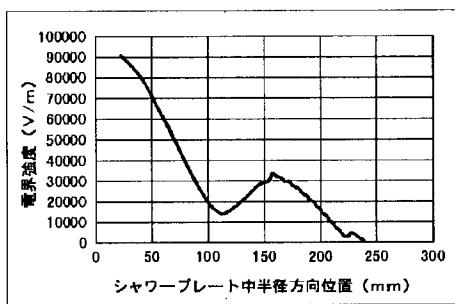
【図2】

2



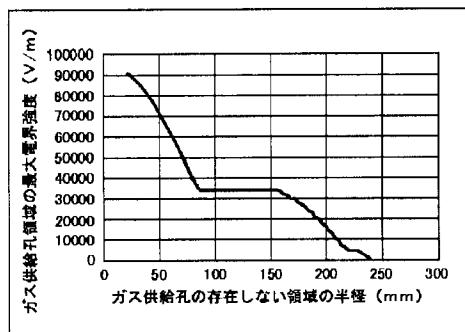
[図3]

3



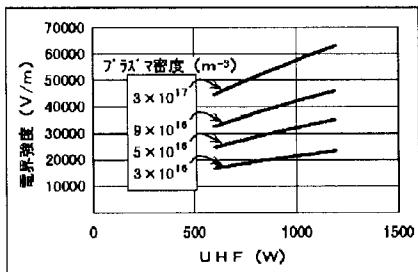
【图4】

4



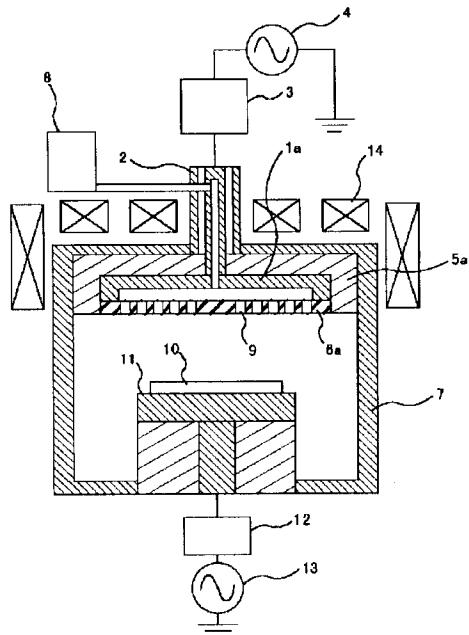
【図5】

図 5



【図6】

図 6



フロントページの続き

(72)発明者 宮 豪

東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株式会社日立製作所半導体グループ内

(72)発明者 藤本 幸太郎

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会社日立インダストリーズ笠戸事業所内

(72)発明者 牧野 昭孝

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会社日立ハイテクノロジーズ笠戸事業所内

F ターム(参考) 4G075 AA24 AA30 BC02 BC04 BC06

CA24 DA02 DA18 EB42 EC21

EE12 FA02 FC15

4K030 EA05 FA04 JA14 KA30 KA32

5F004 AA01 BA03 BA04 BA05 BA14

BB28 BC03